

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

Zařízení pro manipulaci s koberci
Carpet Handling Equipment

Student:

Ondřej Šlosar

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Lukáš Dvořák, Ph.D.

Ostrava 2018

Zadání bakalářské práce

Student: **Ondřej Šlosar**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2302R007 Hydraulické a pneumatické stroje a zařízení**
Téma: **Zařízení pro manipulaci s koberci
Carpet Handling Equipment**
Jazyk vypracování: **čeština**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši k problematice manipulace – typy úchopných hlavíc, návrh a výpočet.
2. Zvolte vhodné prvky pro uchopení koberců o tloušťce 5 až 10 mm, rozměr do 1 x 2 m.
3. Navrhněte pneumatický obvod a zvolte prvky obvodu.
4. Navrhněte manipulační rám.

Seznam doporučené odborné literatury:


KOLEKTIV AUTORŮ. *SMC Training – Stlačený vzduch a jeho využití*. Brno: SMC Industrial Automation CZ s.r.o. 2. vydání. 344 s.
BEATER, P. *Pneumatic drives: system design, modelling and control*. Berlin: Springer, 2007. 323 p. ISBN 978-3-540-69470-0.
KOPÁČEK, J. *Pneumatické mechanismy díl 1. – Pneumatické prvky a systémy*. Ostrava: VŠB-TUO, 1996. 267 s. ISBN 80-7078-306-0.
MURRENHOFF, H., REINERTZ, O. *Fundamentals of fluid power: Part 2, Pneumatics*. Aachen: Shaker Verlag, 2014. 333 p. ISBN 978-3-8440-3213-0.
Katalogy a podklady výrobců pneumatických prvků.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

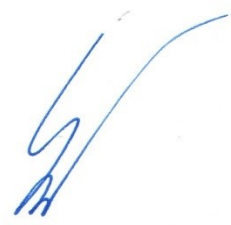
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lukáš Dvořák, Ph.D.**

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018


doc. Dr. Ing. Lumír Hružík
vedoucí katedry




doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 21. května 2018



.....
Podpis

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на ве́домі́, že – podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů – že tato bakalářská práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 21. května 2018



.....

Podpis autora práce

Jméno a příjmení autora práce:

Ondřej Šlosar

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Bohuslávská 1395

Lipník nad Bečvou

751 31

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Šlosar, O. Zařízení pro manipulaci s koberci: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení, 2018, 41 s. Vedoucí práce: Dvořák, L.

Bakalářská práce se zabývá návrhem pneumatického manipulačního zařízení na manipulaci s koberci. Součástí práce je rešerše pneumatických úchopných hlavíc. Jsou vybrány vhodné úchopné hlavice a určeno množství hlavíc. Dále je v práci navrhnut manipulační rám a způsob připevnění hlavíc. Jsou vytvořeny modely součástí a model celkové sestavy. V příloze jsou obsaženy výkresy součástí a výkres sestavy s kusovníkem. V závěru práce jsou zvoleny prvky pneumatického obvodu a vytvořeno schéma obvodu.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

Šlosar, O. Carpet Handling Equipment: Bachelor Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Hydrodynamics and hydraulic Equipment, 2018, 41 p., Thesis head: Dvořák, L.

Bachelor thesis is dealing with designing pneumatic manipulating device to manipulate with carpets. Part of the thesis is research of pneumatic grippers. The amount of grippers is determined and suitable grippers are selected. Subsequently, the manipulating frame and way of fixing grippers are designed. Models of parts and model of assembly are created. Drawings of parts and drawing of assembly with part list are included in enclosure. In the end of thesis pneumatic elements are selected and scheme of pneumatic circuit is created.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	8
Úvod	9
1 Mechanismy pneumatických úchopných hlavíc	10
1.1 Mechanismus lomené páky	11
1.2 Klínový mechanismus	11
1.3 Mechanismus dvou válců	12
1.4 Pákový mechanismus s unašečem	12
2 Pneumatické úchopné hlavice s paralelním pohybem	13
2.1 Dvoučelist'ové paralelní hlavice	13
2.2 Tříčelist'ové paralelní hlavice	15
2.3 Čtyřčelist'ové paralelní hlavice	16
3 Pneumatické úchopné hlavice s úhlovým pohybem	17
3.1 Úhlové úchopné hlavice s úhlem otevření do 30°	17
3.2 Úhlové úchopné hlavice s úhlem otevření do 180°	17
4 Volba a výpočet úchopných hlavíc	19
4.1 Volba úchopných hlavíc	19
4.2 Výpočet upínací síly hlavíc	19
5 Speciální úchopné hlavice	23
5.1 Podtlakové úchopné hlavice – přísavky	23
5.2 Magnetické úchopné hlavice	23
5.3 Pryžové úchopné hlavice	23
5.4 Kyvná jednotka s chapadlem	24
5.5 Jehlové úchopné hlavice	24
6 Volba vhodných jehlových úchopných hlavíc	26

6.1	Vhodný typ úchopné hlavice	26
6.2	Počet a rozmístění hlavic	28
7	Návrh manipulačního rámu	29
7.1	Volba profilu a návrh tvaru rámu	29
7.2	Způsob připevnění hlavic na rám	30
7.3	Způsob připevnění rámu na manipulačního robota	31
8	Návrh pneumatického obvodu	33
8.1	Volba rozváděče	33
8.2	Volba jednotky pro úpravu vzduchu	34
8.3	Volba rozváděcích prvků	34
8.4	Rozmístění a vedení prvků a hadic	35
	Závěr	36
	Seznam použité literatury	37
	Internetové zdroje	37
	Seznam příloh	40
	Poděkování	41

Seznam použitých značek a symbolů

Značka	Název veličiny	Jednotka
F_u	úchopná síla	[N]
L	délka ramene	[mm]
Q_N	jmenovitý průtok	[m ³ ·h ⁻¹]
U	napájecí napětí	[V]
d	průměr jehlice	[mm]
d	průměr hadice	[mm]
g	gravitační zrychlení	[m·s ⁻²]
m	hmotnost	[kg]
m_c	celková hmotnost	[kg]
m_d	hmotnost připojovací desky	[kg]
m_h	hmotnost úchopné hlavice	[kg]
m_p	hmotnost Al profilu	[kg]
m_{sp}	hmotnost spojovacích prvků	[kg]
p	tlak	[Pa]
μ	součinitel tření	[-]

Úvod

Pneumatické systémy využívají jako pracovní médium stlačený plyn, většinou vzduch. Pracovní tlaky se pohybují okolo $0,6 \text{ MPa}$. Maximální tlak je 1 MPa . Mezi výhody těchto systémů patří především dostatek pracovního média, čistota provozu, jednoduchá konstrukce a cena prvků systému.

V průmyslových oblastech 21. století je běžná automatická výroba. Součástí výroby je manipulace s výrobky a polotovary. Dle jednotlivých oblastí průmyslu se volí i vhodné manipulační prostředky. Existuje mnoho typů manipulačních linek (hydraulické, pneumatické, elektrické...). ^[1, 2, 3]

Cílem mé bakalářské práce je navrhnout vhodný způsob pneumatického uchopení průmyslových koberců. Práce se skládá z návrhu vhodného typu a počtu úchopných hlavic, z volby vhodných prvků pneumatického obvodu a z návrhu manipulačního rámu.

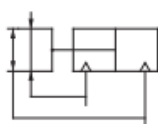
V první části práce se zaměřím na různé typy úchopných hlavic, na jejich výpočet, na výběr vhodného typu hlavic pro manipulaci s tkaninami a na možnosti úprav standardních typů hlavic. Součástí první části práce bude seznámení s nejčastěji využívanými typy hlavic a mechanismy, které využívají.

Další část práce bude zaměřena na manipulační rám. Zaměřím se na materiál rámu a možnost nastavovat rám na více velikostí koberců. Součástí bude způsob připevnění hlavic na rám.

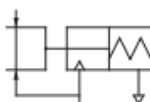
Poslední kapitoly budou zaměřeny na pneumatický obvod. Zde bude uvedena volba pneumatických prvků.

1 Mechanismy pneumatických úchopných hlavíc

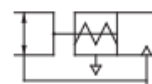
Nejjednodušším dělením pneumatických hlavíc může být dělení na jednočinné a dvojčinné hlavice. U dvojčinných hlavíc lze vyvodit úchopnou sílu, jak na vnější, tak na vnitřní straně čelistí. U jednočinných hlavíc přivádíme tlakový vzduch pouze na jednu stranu válce, válec je vrácen do základní polohy pomocí pružiny. Jednočinné hlavice se vyrábí ve dvou provedeních. Jedná se o provedení s čelistmi otevřenými v základní poloze a s čelistmi uzavřenými v základní poloze. [30]



Dvojčinná hl.



Jednočinná hl. normálně otevřená



Jednočinná hl. normálně uzavřená

Obrázek 1 - Schéma dvojčinné a jednočinné hlavice³⁰

Protože jsou úchopné hlavice citlivé na čistotou prostředí a nehodí se do míst s vysokou prašností, dodávají se krycí manžety proti nečistotám. Hlavice s těmito manžetami jsou použitelné i v prašných prostředích. Krycí manžety poskytují ochranu i proti vlivu chemikálií. [30]

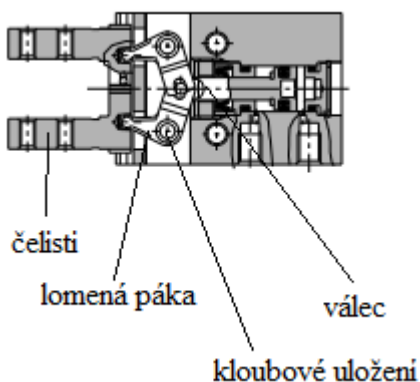


Obrázek 2 - Příklad hlavice bez krycí manžety a s krycí manžetou³⁰

K přenosu přímočarého pohybu válce na pohyb potřebný k uchopení předmětu se využívá jednoduchých principů. Blíže přiblížím několik nejčastěji používaných mechanismů. Samozřejmě některé speciální hlavice používají i jiné mechanismy. Hlavice se dle typu pohybu čelistí dělí do dvou velkých skupin. Hlavice s paralelním pohybem čelistí a hlavice s úhlovým pohybem čelistí. Těmito skupinám se budu blíže věnovat v dalších kapitolách práce.

1.1 Mechanismus lomené páky

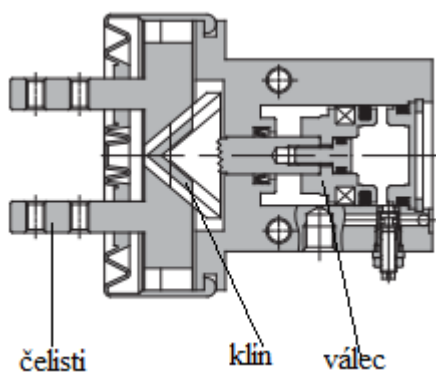
Čelisti se pohybují v důsledku zatlačení pístu válce na rameno lomené páky, která je uložena v kloubu. Druhé rameno páky je spojeno s čelistí. Kombinace dvou těchto pák je využívána k poměrně přesnému a synchronizovanému vedení čelistí. ^[30]



Obrázek 3 - Schéma pákového mechanismu³⁰

1.2 Klínový mechanismus

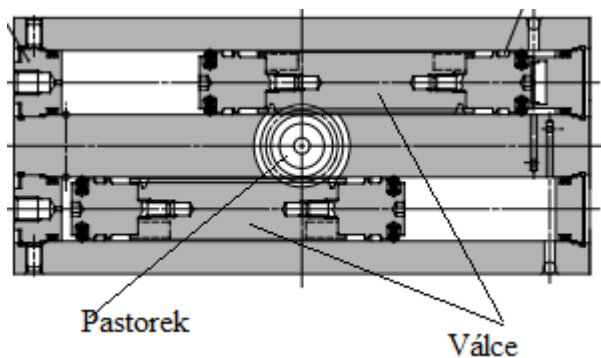
Píst válce tlačí na klín jehlanovitého tvaru. Čelisti jsou připevněny na plátech, které jsou na konci zkosené ve stejném úhlu, jaký má klín. Hloubka vsunutí klínu určuje délku posunu čelistí. ^[20]



Obrázek 4 - Schéma klínového mechanismu²⁰

1.3 Mechanismus dvou válců

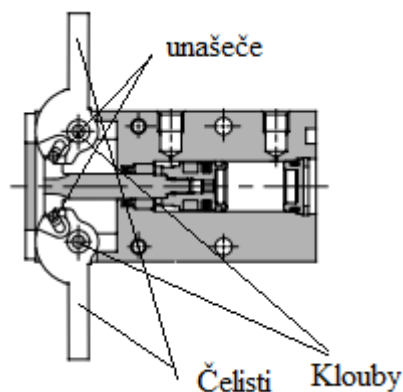
Dva válce zaručují vysokou upínací sílu. Písty se vysouvají opačným směrem a posouvají čelisti. Synchronizace vysouvání pístu je zajištěna použitím kombinace pastorku a hřebene. [21]



Obrázek 5 - Schéma hlavice využívající technologii dvou válců²¹

1.4 Pákový mechanismus s unašečem

Využívá se u hlavice s úhlovým pohybem. K válci je připojeno vedení, na jehož konci jsou unašeče, které jsou vedeny v drážce v tělese čelisti. Čelisti jsou umístěny na kloubu, kolem kterého se otáčí o 90°. Pohybem pístu se čelisti otevírají a zavírají. [22]

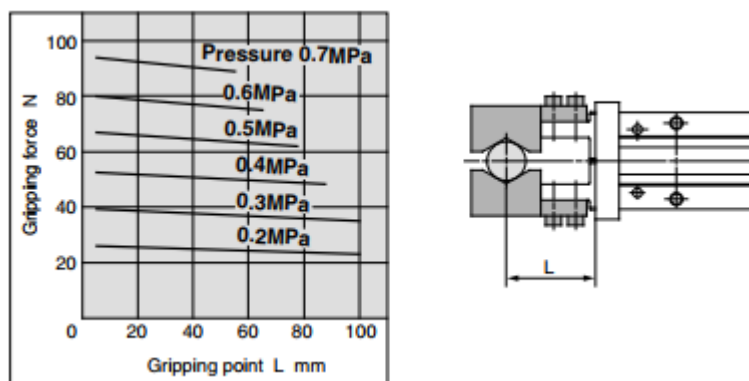


Obrázek 6 - Schéma hlavice využívající pákový mechanismus²²

2 Pneumatické úchopné hlavice s paralelním pohybem

Tento typ hlavice je konstrukčně složitější, a proto i dražší než hlavice s úhlovým pohybem. Čelisti se pohybují po dráze kolmo k ose tělesa hlavice. Upínací síla čelistí je téměř konstantní. S rostoucí délkou čelistí upínací síla mírně klesá. Tento typ hlavice se vyrábí ve třech provedeních. Jedná se o provedení s dvěma, třemi nebo čtyřmi čelistmi. Upínací síla udávaná v katalozích je uvedena pro jednu čelist. Na čelisti hlavice se dají přišroubovat tvarové nástavce, díky kterým je možno využít tvarový styk mezi čelistmi a manipulovatelným předmětem. [2]

Každá společnost, která je zaměřena na výrobu úchopných hlavice má svůj způsob značení. Já jsem si vybral blíže popsat produkty od společnosti SMC. Každá řada zahrnuje několik velikostí provedení pro manipulaci s různě velkými předměty. Jiné společnosti dodávají podobný sortiment.



Obrázek 7 - Graf závislosti upínací síly na délce ramene čelisti³⁰

2.1 Dvoučelist'ové paralelní hlavice

Společnost SMC dělí dvoučelist'ové paralelní hlavice do šesti tříd. Jedná se o třídy MHZ, MHF, MHL, MHK, MHS a MHR. Každá z těchto tříd je vhodná pro manipulaci v jiném prostředí.

- MHZ – Hlavice MHZ jsou vhodné pro manipulaci v dostatečném prostoru. Vyznačují se plynulostí pohybu a vysokou schopností opakovatelnosti pohybu. Hlavice MHZ je možné použít pro manipulaci se složitými tvary a při vyšších tlacích. Tato řada se dělí do dalších sedmi kategorií, každá je vhodná do jiných podmínek. [23]
- MHF – Díky třetinové výšce hlavice řady MHF zaručují značnou úsporu místa. Jsou proto vhodné k manipulaci s předměty ve stísněných prostorech. [23]

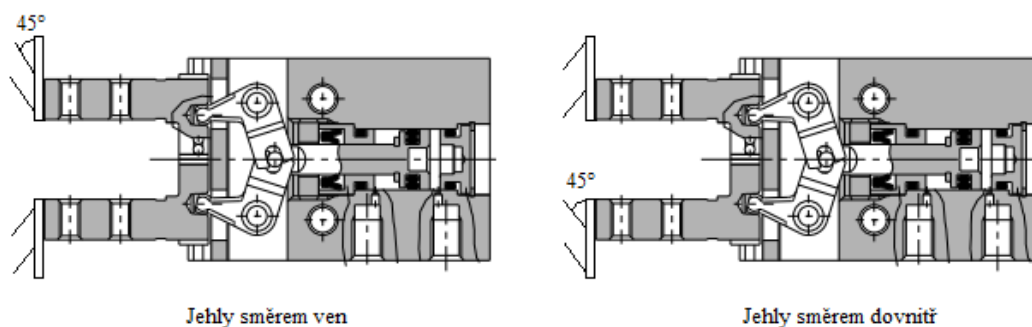
- MHL – Pro tuto řadu hlavic je typický dlouhý zdvih. Souměrný pohyb čelistí je zajištěn použitím kombinace pastorku a hřebene. Vysoká upínací síla je vyvinuta pomocí technologie dvou válců. [23]
- MHK – Tato řada hlavic se vyznačuje vysokou přesností polohování, kterou zajišťuje klínový mechanismus, který hlavici pohání. Díky tomuto mechanismu je také zaručena vysoká opakovatelnost pohybu. V prašných prostředích lze hlavice vybavit krycími manžetami. Čelisti mohou být vyrobeny z korozi-vzdorné oceli. [23]
- MHS – Řada hlavic MHS využívá klínový mechanismus, který zabezpečuje vysokou opakovatelnost pohybu. Hlavice mohou být upevněny pomocí závitových nebo průchozích děr. Řada MHS se vyskytuje především v tříčelistovém a čtyřčelistovém provedení. [23]
- MHR – Hlavice využívá dvojčinný rotační pohon v kombinaci s kuličkovými ložisky. Tato kombinace zajišťuje vysokou opakovatelnost pohybu a velmi dobré vystředění. [23]



Obrázek 8 - Příklady dvoučelistových paralelních hlavic od společnosti SMC²⁴

Hlavice s paralelním pohybem čelistí by bylo možno po úpravách použít i k mému využití. Zdvih hlavic by závisel na délce jehlic. Nejvhodnější řady k úpravě jsou dle mého názoru řady MHZ a MHF. Pokud by se na čelisti připevnila nástavba s jehlami určité délky a průměru pod úhlem 45°, mohly by se tyto řady použít k uchopení textilií. Jehly by se mohly připevnit buď směrem ven, nebo směrem dovnitř pohybu čelistí. V případě

přípevnění jehel směrem ven by došlo k uchycení koberce při vysouvání čelistí. V opačném případě by k uchycení došlo při zasouvání čelistí. Já bych upřednostnil variantu s jehlami směrem ven, v případě přidělání směrem dovnitř by mohlo dojít k pokrčení koberce a nedostatečnému uchycení. Počet jehel, jejich průměr a délka by se experimentálně zjistila na konkrétních příkladech.



Obrázek 9 - Příklad úpravy hlavičky řady MHZ k uchycení textilií³⁰

2.2 Tříčelist'ové paralelní hlavičky

Tříčelist'ové hlavičky s paralelním pohybem vyrábí společnost SMC ve dvou řadách. Jedná se o řady MHS a MHR. Konstrukčně se tyto dvě řady v tříčelist'ovém provedení liší od dvoučelist'ových přidáním jedné čelisti. Čelisti jsou rozmístěny na kruhovém průřezu po 120°.

- MHS – Stejně jako u dvoučelist'ového provedení, využívá tato řada klínový mechanismus, který minimalizuje rozměry při zachování přídržné síly. Díky třetí čelisti je tato hlavička vhodná k uchopení kulatých a válcových předmětů. Možnost úchopu je za vnější, v případě dutých předmětů za vnitřní průměr. ^[29]
- MHR – I tato řada využívá stejný pohon jako její dvoučelist'ové provedení. Vyznačuje se vysokou plynulostí pohybu čelistí bez vibrací. Vhodná pro čistá prostředí třídy 10. ^[29]



Obrázek 10 - Příklady tříčelist'ových paralelních hlavic od společnosti SMC²⁹

2.3 Čtyřčelist'ové paralelní hlavice

Čtyřčelist'ové hlavice vyrábí společnost SMC pouze v jedné řadě. Jedná se o řadu MHS.

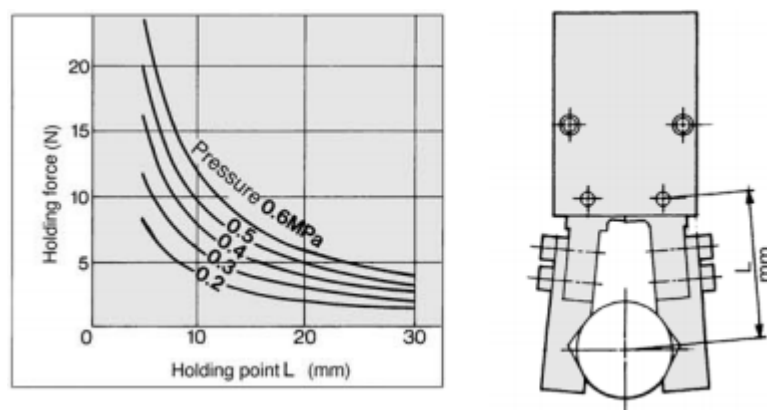
- MHS – Využívá stejného mechanismu jako dvoučelist'ové provedení. Čelisti jsou rozmístěny po 90°. ^[24]



Obrázek 11 - Čtyřčelist'ová hlavice MHS od společnosti SMC²⁴

3 Pneumatické úchopné hlavice s úhlovým pohybem

Hlavice s úhlovým pohybem jsou konstrukčně jednodušší, a proto jsou i cenově výhodnější. Čelisti se otáčejí kolem kloubu. Tento typ hlavic se dá dále rozdělit do dvou skupin. Jedná se o hlavice s úhlem pohybu čelistí od -10° do 30° a o hlavice s úhlem pohybu až do 180° . Tento úhel se udává pro obě čelisti dohromady. Velkou nevýhodou těchto hlavic je, že úchopná síla velmi výrazně klesá s délkou ramene čelisti. Tyto hlavice se vyrábí pouze ve dvoučelistovém provedení. Stejně jako u paralelních hlavic se upínací síla udává pro jednu čelist. [2]



Obrázek 12 - Graf závislosti upínací síly na délce ramene čelisti²⁵

3.1 Úhlové úchopné hlavice s úhlem otevření do 30°

Tuto kategorii hlavic dělí firma SMC dále do tří tříd. Jedná se o třídy MHC2, MHCA, MHCM2.

- MHC2 – Jde o standardní provedení úhlových úchopných hlavic. Lze vyvodit velkou úchopnou sílu pomocí dvoupístového mechanismu. Úhel rozevření čelistí se pohybuje od -10° do 30° . [25]
- MHCA – Tato řada je v podstatě stejná jako řada MHC2, jen je mechanismus umístěn ve zkráceném těle hlavy. Hmotnost je o něco nižší. [25]
- MHCM2 – Jedná se o nejmenší hlavici v této kategorii. Hmotnost této řady je asi poloviční oproti řadě MHC2. Úhel rozevření čelistí v rozmezí -7° až 20° . [25]

3.2 Úhlové úchopné hlavice s úhlem otevření do 180°

Tyto hlavice jsou vhodné pro manipulační zařízení, kde je zapotřebí úhel otevření čelistí až 180° . I přes poměrně malé rozměry jsou schopny vyvinout velkou úchopnou sílu. Úhel rozevření čelistí je regulovatelný. Dále jsou děleny do dvou tříd MHY a MHW.

- MHY – Hlavice této řady využívají pákový mechanismus s unašečem. V poměru s úchopnou silou jsou malých rozměrů. ^[31]
- MHW – Tato kompaktní řada hlavic je vhodná pro aplikace v nedostatku prostoru. Využívá pastorkového mechanismu. ^[31]



Hlavice s úhlem otevření do 30°



Hlavice s úhlem otevření až 180°

Obrázek 13 - Úhlové úchopné hlavice²⁴

4 Volba a výpočet úchopných hlavíc

4.1 Volba úchopných hlavíc

Proces volby úchopných hlavíc se dělí do několika kroků. Každý typ hlavice se hodí pro manipulaci s jiným předmětem např. paralelní tříčelist'ové úchopné hlavice jsou vhodné k manipulaci s předměty kruhového průřezu. Podle tvaru, hmotnosti a rozměrů manipulovatelného předmětu se vyberou vhodné typy úchopných hlavíc. Dalším důležitým kritériem pro volbu úchopné hlavice je prostor, který je k dispozici. Velkou výhodou je využití tvaru předmětu a tvaru čelistí. Pokud využijeme tvarového styku, není potřeba tak vysoká upínací síla. V opačném případě je důležitý součinitel tření materiálů čelistí a manipulovatelného předmětu. Posledním důležitým aspektem volby hlavice je požadavek na opakovatelnost pohybu. Pokud hlavice splňuje všechny požadavky, je nutné vypočítat upínací sílu. ^[2]

4.2 Výpočet upínací síly hlavice

Po výběru vhodného typu úchopné hlavice následuje výpočet upínací síly. Výpočet lze provést manuálně nebo lze použít volně dostupné softwary na webových stránkách výrobců.

- Manuální výpočet – Postup výpočtu upínací síly demonstruji na jednoduché úchopné hlavici s paralelním pohybem a dvěma čelistmi. Vzorec pro výpočet upínací síly:

$$F_u = m \cdot g \cdot \mu [N]$$

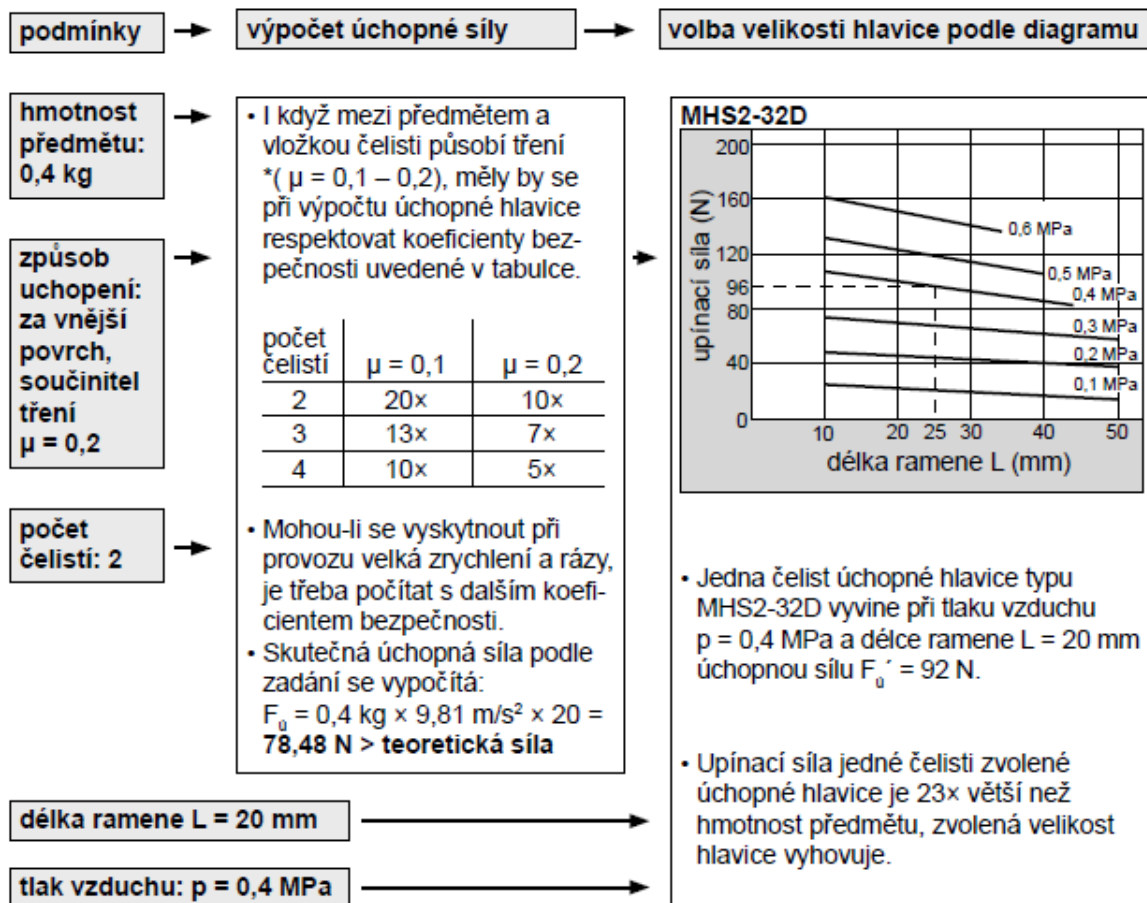
m – hmotnost manipulovatelného předmětu [kg]

g – gravitační zrychlení [$m \cdot s^{-2}$]

μ – součinitel tření [-]

Součinitel tření je tabulková hodnota, která se stanovuje dle kombinace materiálů čelistí a manipulovatelného předmětu. Upínací sílu je nutno zvětšit o hodnotu bezpečnosti, která je opět dána tabulkou. Hodnota bezpečnosti se určuje podle počtu čelistí a podle součinitele tření. Po provedení výpočtu je nutné zvolit velikost hlavice. Vychází se z diagramu závislosti upínací síly na délce ramene. V závislosti na pracovním tlaku se určí upínací síla a k ní se odečte délka ramene čelisti. Upínací síla je v diagramu vyjádřena pro jednu čelist. Upínací síla vyhovující hlavice musí být větší než součin bezpečnostního koeficientu a hmotnosti manipulovatelného předmětu. ^[2]

Výběr úchopné hlavice s dynamickým zatížením



Obrázek 14 - Manuální výpočet úchopných hlavice dle společnosti SMC²

Tabulka 1 - Hodnoty součinitele tření pro různé kombinace materiálů²

kombinace materiálů čelist/předmět	součinitel tření	
	suchý povrch	mazaný povrch
ocel/ocel	0,15 až 0,20	0,1
ocel/litina	0,18 až 0,25	0,1
ocel/bronz	0,18 až 0,25	-
kov/plast	0,20 až 0,30	-
ocel/teflon	0,05 až 0,25	-
plast/plast	0,25 až 0,40	-

- Výpočet pomocí softwaru – Pro demonstraci postupu výběru úchopné hlavice pomocí softwaru jsem si vybral společnosti SMC a Festo. Na webových stránkách těchto společností jsou volně dostupné online programy pro výběr vhodných úchopných hlavice.

U softwaru od společnosti SMC je potřeba nejdřív vybrat typ pohybu, poté počet čelistí, a nakonec způsob uchopení předmětu (za vnitřní nebo vnější část čelistí). Po

tomto výběru následuje zadání jednotlivých parametrů. Po výpočtu následuje výběr modelové řady hlavice. Posledním krokem je zadání hodnot zatížení vlivem vnějších sil. Po zadání těchto hodnot se zobrazí vlastnosti vybrané hlavice a výsledky výpočtu.

Pracovní tlak:	<input type="text" value="0,50"/>	MPa	[0,1~0,7]
Rozevření/sevření čelistí (obě strany):	<input type="text" value="10"/>	mm	[1~200]
Požadovaná upínací síla F:	<input type="text" value="2"/>	N	[0,01~625]
Hmotnost břemene m:	<input type="text" value="0,500"/>	kg	[0,001~6,377]
Koeficient tření μ :	<input type="text" value="0,2"/>		[0.1~1]
Bezpečnostní faktor α :	<input type="text" value="20"/>		[10~100]
Upínací bod L:	<input type="text" value="20"/>	mm	[4~200]
Přesah H:	<input type="text" value="0"/>	mm	[0~238]

Obrázek 15 - Zadávání vstupních parametrů do softwaru pro výběr úchopných hlavice od společnosti SMC²⁶

Společnost Festo má dle mého názoru software pro výběr úchopných hlavice propracovanější. Prvním krokem je zadání parametrů obrobku a parametrů chapadla. V dalším kroku je nutné zadat údaje o provozu (tlak, koeficienty tření a bezpečnosti, teplotu). Po zadání všech hodnot následuje výběr vhodné řady a velikosti chapadla. Stejně jako u společnosti SMC se zobrazí výsledky výpočtu.

údaje o výrobku

vzdálenost 0-čára -> těžiště:	20	mm
hmotnost výrobku:	500	g
potřebný zdvih:	10	mm

údaje o jednom palci chapadla

hmotnost jednoho palce chapadla:	25	g
vzdálenost 0-čára -> těžiště:	25	mm
vzdálenost 0-čára -> tlakový bod (bod úchopu):	40	mm

údaje o pohybu

zrychlení v:	směr x
největší přímočaré zrychlení:	2 m/s ²

uspořádání

poloha chapadla:	vertikální
směr úchopu:	svírající
úchop třením nebo tvarový:	úchop třením

jiné údaje

provozní tlak:	5	bar
koeficient tření:	0.5	
koeficient bezpečnosti:	2	
teplota zařízení:	20	°C

Obrázek 16 - Zadávání vstupních parametrů do softwaru pro výběr úchopných hlavice od společnosti Festo⁷

5 Speciální úchopné hlavice

Různé společnosti vyrábí mnoho dalších druhů úchopných hlavice. Nemůžu v této práci popsat všechny vyráběné druhy hlavice, ale pokusím se zaměřit na několik druhů, které jsou dle mého názoru často využívány.

5.1 Podtlakové úchopné hlavice – přísavky

Jedná se o jednoduché chapadlo, které tvoří vakuový ejektor a přísavka. Tato chapadla jsou vhodná pro manipulaci s předměty s hladkým povrchem např. sklo. Existuje několik druhů přísavek, které se liší tvarem a materiálem. Součástí přísavek může být měch, který lze využít k manipulaci s nerovnými předměty.

5.2 Magnetické úchopné hlavice

Hlavice se skládá z válce, na kterém je připevněn magnet. Jedná se o velice jednoduchou konstrukci, která je ale velice výhodná pro aplikace, kde klasické hlavice nejsou dostačující. Na hlavici je umístěn doraz, jehož tloušťka udává velikost úchopné síly. Tyto hlavice jsou vhodné pro manipulaci s předměty s nerovným povrchem, kde nemůžeme použít podtlakové hlavice. Zjevná nevýhoda těchto hlavice je, že lze manipulovat pouze s magnetickými materiály. ^[32]

5.3 Pryžové úchopné hlavice

Tyto úchopné hlavice jsou využívány v aplikacích, kde je vyžadován jemný úchop výrobku. Využívá se zde materiálových vlastností pryže. Vyrábí se ve dvou řadách, pro uchopení předmětu zevnitř a zvenčí. Firma Hennlich používá označení BLQ-I a BLQ-E. ^[10]

- BLQ-I – Hlavice pro uchopení předmětu zevnitř. Jsou vhodné pro manipulaci např. s umělohmotnými a skleněnými flakony. Díky jemnému úchopu a odpružení je redukován počet nehod ve výrobě. Další využití těchto hlavice spočívá v možnosti provedení tlakové zkoušky. Po utěsnění otvoru pryží je do vrtaného středu hlavice přiveden tlakový vzduch a je provedena tlaková zkouška. ^[10]
- BLQ-E – Tato série hlavice je využívána pro uchopení předmětů zvenku. Jsou používány pro manipulaci s PET lahvemi, s lahvemi na pivo nebo golfovými míčky. ^[10]



Obrázek 17 - Pryžové úchopné hlavice od společnosti Hennlich¹⁰

5.4 Kyvná jednotka s chapadlem

Společnost Festo nabízí úchopnou hlavici, která spojuje kyvný pohyb s paralelním pohybem čelistí. Úhel otáčení kolem osy je až 210°. Přívody stlačeného vzduchu a snímače polohy jsou umístěny na pevné části hlavice. Tlumiče na dorazech zajišťují plynulý přechod do klidové polohy. [8]



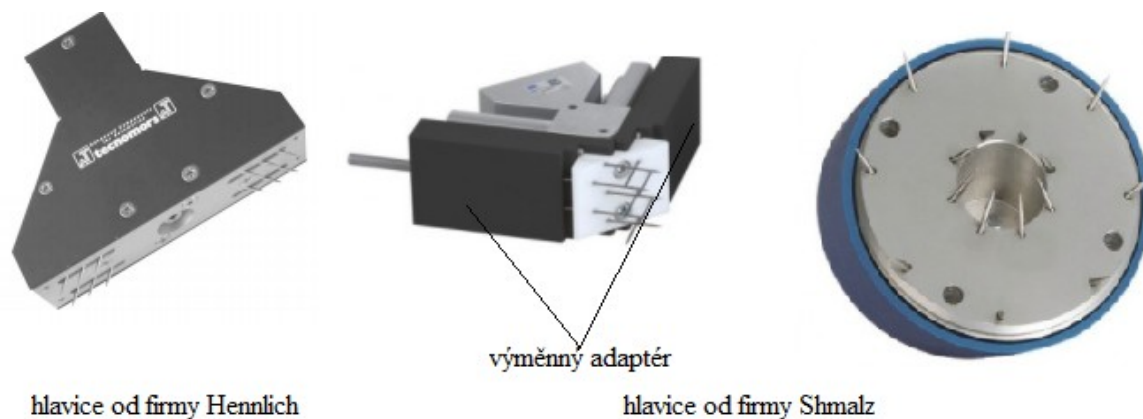
Obrázek 18 - Kyvná jednotka s chapadlem od společnosti festo⁸

5.5 Jehlové úchopné hlavice

Jehlové úchopné hlavice jsou vhodné pro manipulaci s textiliemi. Po přivedení signálu se z hlavice vysunou jehlice, které proniknou do materiálu a tímto způsobem uchopí textili. Počet jehel se pohybuje mezi 4 až 32 kusy. Jehlice se vysouvají pod úhlem 45°, výjimečně pod úhlem 30°. Aby nedošlo k poškození materiálu, používají se jehly různých průměrů. Hloubka vniknutí jehly do materiálu je nastavitelná. Zaujaly mne jehlové hlavice od společnosti Hennlich a Schmalz. Firma Hennlich nabízí jehlové hlavice v sérii pod označením OPT, jedná se o jednoduchou konstrukci s neměnným počtem a typem jehel. Firma Schmalz má širší sortiment jehlových hlavic. Nejzajímavějšími řadami jsou SNG-V a SNG-R. Výhodou řady SNG-V je možnost měnit počet a typ jehel. Lze vyjmout adaptér

s jehlami a nahradit ho vhodnějším. Hlavice řady SNG-R má kruhový tvar. Jehly jsou rozděleny do dvou kruhů. Jehly na vnějším obvodu hlavice se vysouvají směrem ven z hlavice a jehly na menším průměru se vysouvají směrem do středu hlavice. Společnost Schmalz nabízí i elektrické úchopné hlavice. ^[11, 14, 15]

Vzhledem k uvedeným vlastnostem je tento typ úchopných hlavic nejvhodnější pro mé využití. Jsou vhodné k použití bez dalších úprav.



Obrázek 19 – Jehlové úchopné hlavice^{11, 14, 15}

Alternativní řešení problematiky jehlových úchopných hlavic může být použití kompaktních válců, které jsou běžným sortimentem firem. Na kompaktní válcě je přidělán adaptér s jehlicemi a dosedací plochy pro kontakt s tkaninami. Válce jsou umístěny na hliníkových profilech s možností adaptace na různé rozměry textilií. ^[6]



Obrázek 20 - Možnost uchopení textilií za pomoci kompaktních válců⁶

6 Volba vhodných jehlových úchopných hlavíc

Typ a počet jehlových úchopných hlavíc se určuje podle hmotnosti a rozměrů uchopované textilie. V mém případě se jedná o průmyslové koberce o tloušťce do 10 mm. Maximální rozměr koberce je $1 \times 2 \text{ m}$. Hmotnost průmyslových koberců o výšce 5 mm se pohybuje okolo $0,8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$. Já potřebuji hmotnost koberce o výšce až 10 mm a rozměrech 2 m^2 . Proto uvedenou hmotnost vynásobím čtyřikrát. Výsledná hmotnost koberce činí zhruba $m = 3,2 \text{ kg}$. Pro bezpečný provoz budu uvažovat hmotnost koberce $m = 4 \text{ kg}$. Výrobci v katalogích většinou neuvádí úchopnou sílu jehlových hlavíc, pouze v katalogu společnosti Fipa jsem dohledal konkrétní nosnost jedné řady hlavíc. V katalogu je uvedeno, že hlavice s 32 jehlami vyvodí úchopnou sílu $F_u = 360 \text{ N}$.^[9]

Item no.	GR04.725-60
Principle of operation	Double-acting
Stroke [mm]	6
Number of needles [Pcs.]	32
Needle diameter [mm]	2
Infeed angle [°]	45
Max. gripping force [N]	360
Operating pressure [bar (psi)]	2 - 8 (29 - 116)
Operating temperature [°C (°F)]	-10 - 80 (14 - 176)
Weight [g]	450



Obrázek 21 - Jehlová úchopná hlavice od společnosti Fipa⁹

6.1 Vhodný typ úchopné hlavice

Zásadní u výběru vhodné jehlové hlavice je počet, průměr a hloubka vniku jehel. V případě použití příliš tenkých jehel je možné, že nedojde k dostatečnému úchytu koberce, naopak v případě použití jehel s velkým průměrem dojde k poškození tkaniny. Zátěžové koberce jsou poměrně odolné, proto průměr jehel může být poměrně velký. Rozhodl jsem se použít hlavice od firmy Schmalz typ SNG – RV. Tento typ hlavíc využívá 16 jehel o průměru $d = 1,2 \text{ mm}$ k bezpečnému úchopu koberce.



Obrázek 22 - Hlavice společnosti Schmalz, typ SNG – RV¹⁵

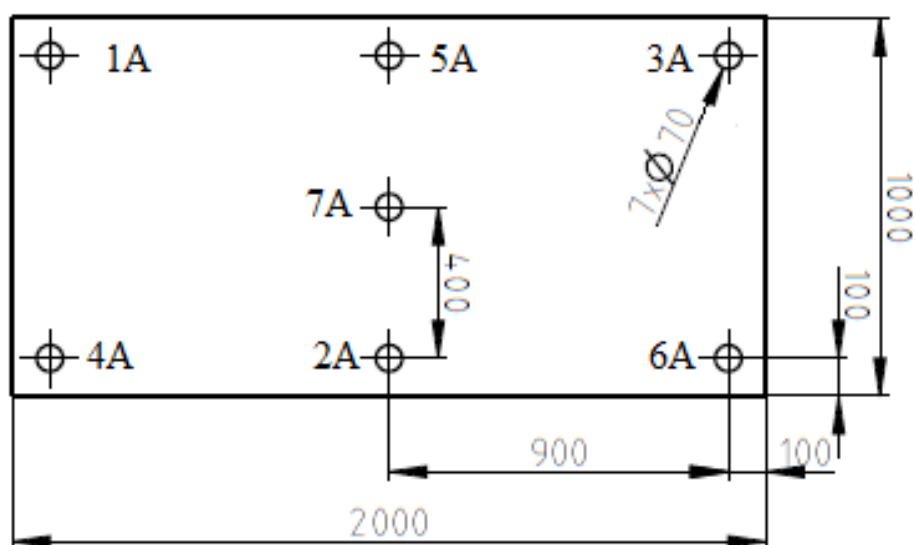
Díky variabilní hloubce vniku jehel (0 – 4,5 mm) je možno tyto hlavice použít pro uchop koberců o různé tloušťce. V případě poškození jehly je možné konkrétní jehlu vyměnit. Detailní informace o hlavici jsou uvedeny na obrázku 23. Jak jsem zmínil výše, výrobci málokdy uvádějí v katalogu nosnost jehlových hlavice, proto vycházím z informace společnosti Fipa, že hlavice s 32 jehlami vyvodí uchopnou sílu $F_u = 360\text{ N}$. Mnou vybraná hlavice má jehel pouze 16, proto uvažuji, že uchopná síla F_u této hlavice je mezi 150 – 180 N, což odpovídá nosnosti m zhruba 15 kg. Vzhledem k nízké hmotnosti uchopovaného koberce, která je přibližně $m = 4\text{ kg}$, je tato nosnost naprosto dostačující. Udávané informace platí pro pracovní tlak $p = 0,4 - 0,6\text{ MPa}$.^[15, 16]

Type	Anzahl Nadeln/ No. of needles/ Nombre d'aiguille	Nadeldurchmesser/ Needle diameter/ Diamètre des aiguilles [mm]	Variabler Hub/ Variable stroke/ Course variable	Hub / Operating pressure / Course [mm]	Betriebsdruck/ Operating Temperature/ pression de service [bar]	Einsatztemperatur/ Operating Temperature/ température d'utilisation [°C]	Gewicht/ Weight/ Poid [g]	Befestigung/ Fastening/ Fixation	Betriebsmedium/ Operating medium/ Moyen de fonctionnement	Einbauposition Installation position/ Position de montage
SNG-D 24 0.8	24	0.8		7	3...10	5...60	600	4xM4 20x20 mm	Trockene ölfreie Luft / Dry, grease-free air / Air sec sans huile	Beliebig / Any / Indifférente
SNG-D 24 1.2	24	1.2		7	3...10	5...60	600			
SNG-D 24 2.0	24	2.0		7	3...10	5...60	600			
SNG-D 24 0.8 V	24	0.8	●	0...7	3...10	5...60	700			
SNG-D 24 1.2 V	24	1.2	●	0...7	3...10	5...60	700			
SNG-D 24 2.0 V	24	2.0	●	0...7	3...10	5...60	700			
SNG-DL 24 1.2	24	1.2		15	3...10	5...60	1500			
SNG-DL 24 2.0	24	2.0		15	3...10	5...60	1500			
SNG-M 4 0.8	4	0.8		3	4...6	5...60	80	2xM4		
SNG-R 16 1.2	16	1.2		4.5	4...6	5...60	400	4xM4		
SNG-R 16 1.2 V	16	1.2	●	0...4.5	4...6	5...60	600	20x20 mm / G1/4		
SNG-Y 12 0.8 V	12	0.8	●	0...3.5	3...6	5...60	400	4xM4 20x20 mm		
SNG-Y 12 1.2 V	12	1.2	●	0...3.5	3...6	5...60	400			
SNG-Y 12 2.0 V	12	2.0	●	0...3.5	3...6	5...60	400			

Obrázek 23 - Informace o hlavici z katalogu výrobce¹⁶

6.2 Počet a rozmístění hlavic

Rozhodl jsem se pro 7 úchopných hlavic rozmístěných dle obrázku 24. Hlavičky jsou napojeny na dvě nezávislé větve pneumatického obvodu. V případě poruchy na jedné větvi by druhá větev zajistila bezpečný provoz. Hlavičky 1A, 2A a 3A jsou napojeny na první větev. Hlavičky 4A, 5A, 6A a 7A jsou napojeny na druhou větev. Z hlediska nosnosti by stačila jedna hlavička, ale při manipulaci by se koberec krčil. Rozmístění dle obrázku 24 je vhodné pro maximální rozměr koberce. V případě uchopení menšího rozměru koberce, lze jednotlivé hlavičky jednoduše posunout.



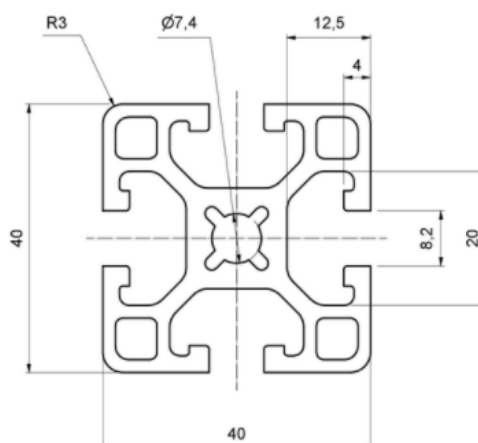
Obrázek 24 - Schéma umístění úchopných hlavic

7 Návrh manipulačního rámu

Při návrhu manipulačního rámu jsem vycházel z nápadu udělat rám univerzální, aby bylo možno uchopit koberce různých rozměrů. Rám by měl být snadno nastavitelný, proto jsem zvolil univerzální stavebnicový systém z hliníku. Tento systém má oproti oceli nespočet výhod. Největší výhodou je pochopitelně nízká hmotnost rámu. Mezi další výhody patří nízké montážní náklady a univerzálnost. Systém je tvořen hliníkovými profily s drážkami a spojovacími prvky. Úchopné hlavice jsou v rámu připevněny pomocí spojovacích prvků, přizpůsobení hlavic na rozměr koberce je díky tomuto systému velice rychlé a jednoduché. [5]

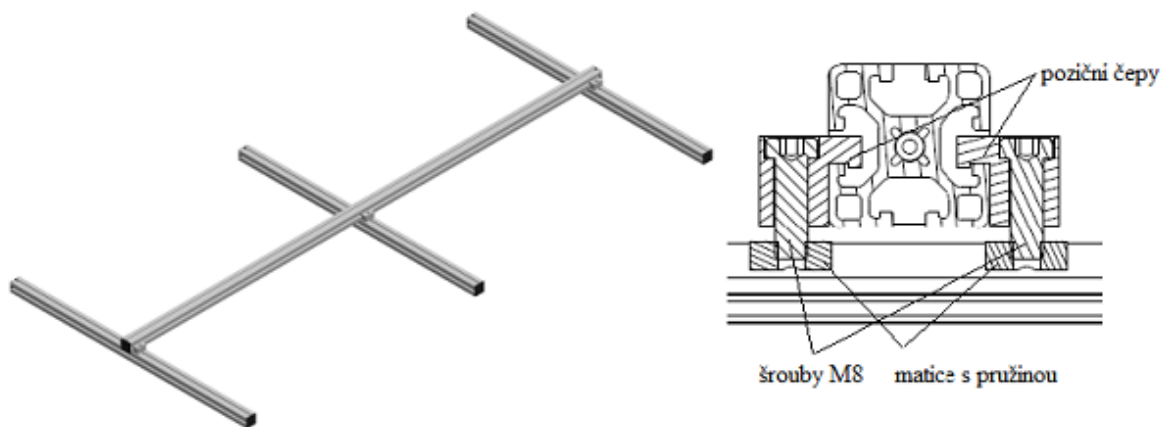
7.1 Volba profilu a návrh tvaru rámu

Pro manipulační rám jsem vybral odlehčené hliníkové profily tvaru čtverce (obr. 25). V drážkách profilu lze vést pneumatické hadice. Přímo na profil lze také připevnit prvky pneumatického obvodu. [5]



Obrázek 25 - Schéma hliníkového profilu manipulačního rámu⁵

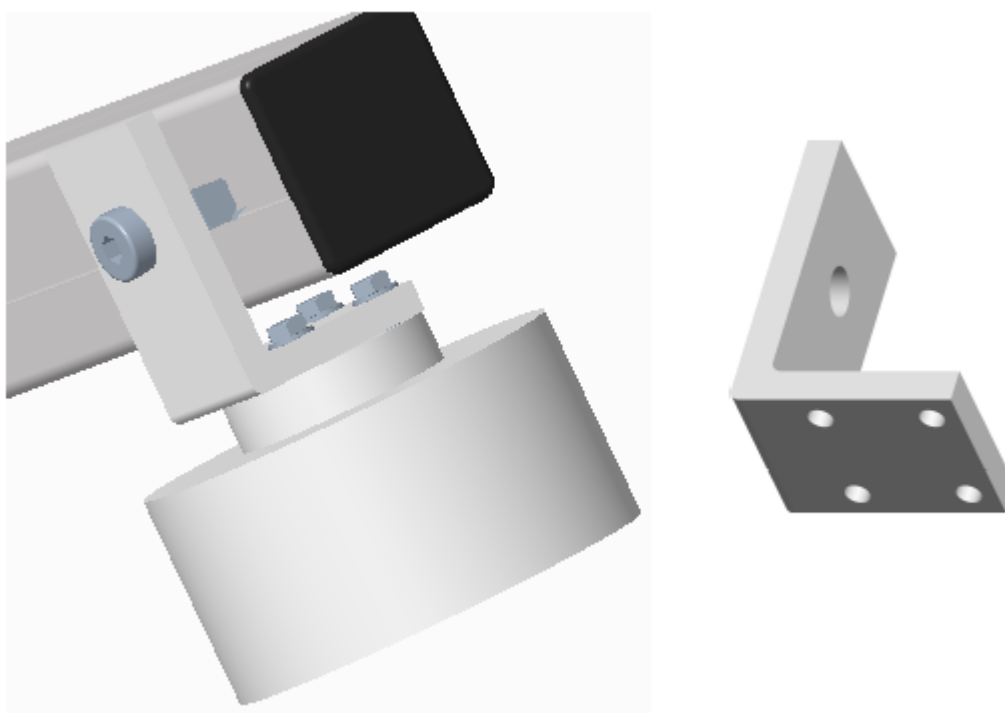
Tvar rámu přizpůsobím rozmístění hlavic na koberci. Posunutím hlavic v drážkách profilu lze přizpůsobit rám na šířku koberce. Délku rámu je možno nastavit posunutím profilů. Profily a spojovací materiál jsem volil z katalogu společnosti ALUTEC KK, kde jsem si stáhl 3D modely prvků. Prvky jsem skládal do sestavy v prostředí softwaru PTC Creo. Jednotlivé profily jsou smontovány pomocí sestavy šroubu M8 DIN 7984, speciální matice s pružinou dělanou do drážky profilu a poziční spojky. Způsob montáže lze vidět v řezu na obrázku 26. Celý rám je jednoduše složitelný a rozložitelný. Konce profilů jsou zaslepeny zásepky z plastu. [5]



Obrázek 26 - Návrh manipulačního rámu

7.2 Způsob připevnění hlavic na rám

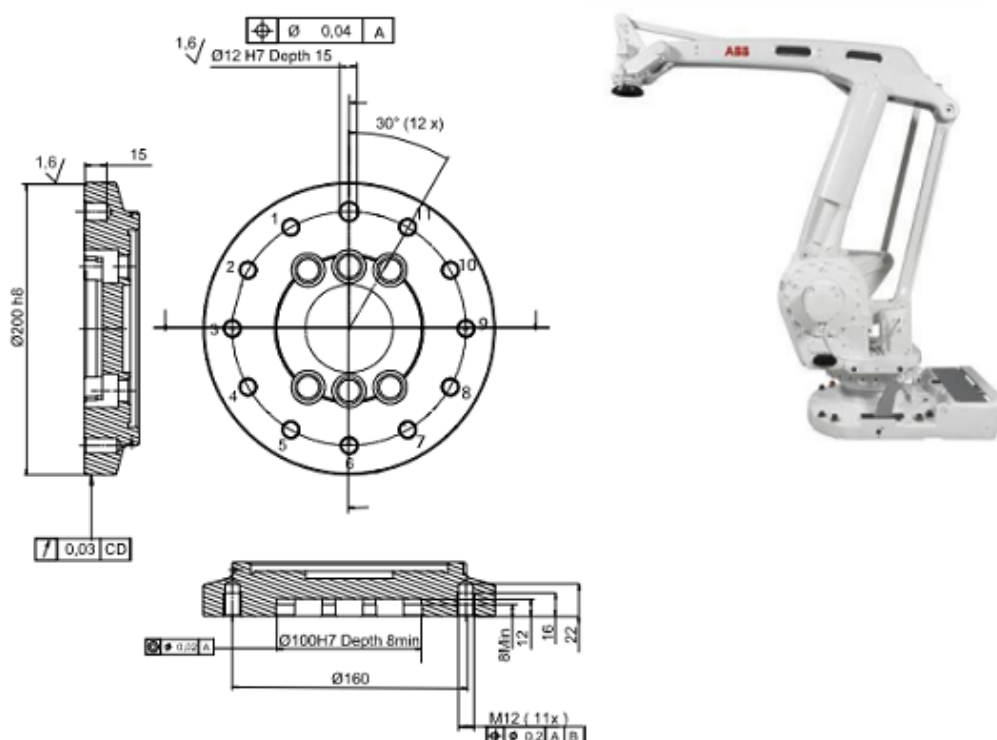
Všechny úchopné hlavice jsou vybaveny otvory nebo závity, aby je bylo možné jednoduše přidělat na rámy nebo přímo na manipulační roboty. Hlavice Schmalz SNG – RV jsou vybaveny čtyřmi závitovými děrami M4. Uprostřed hlavice je trubkový 1/4" závit. K připevnění hlavic na rám jsem v PTC Creo navrhl hliníkové rameno (obr. 27). Ramena se na rám přišroubují pomocí stejné matice s pružinou jako jednotlivé hliníkové profily. K upevnění hlavic na ramena využiji M4 závity, které jsou v hlavici předvrtané. Děrami v ramenu povedu šrouby ČSN 021103 M4x12. Mezi šrouby a rameno přidám podložku ČSN 021702. Pro ilustraci jsem vytvořil zjednodušený model úchopných hlavic. Rozměry a hmotnost modelu se shodují s rozměry a hmotností reálné hlavice. ^[15]



Obrázek 27 - Rameno pro upevnění hlavic na rám

7.3 Způsob připevnění rámu na manipulačního robota

Aby byl manipulační rám kompletní je třeba navrhnout připojovací desku, která spojuje rám s manipulačním robotem. Deska je vyrobena z hliníkového plechu o tloušťce 10 mm. Rozmístění děr a rozměry desky jsou navrženy na konkrétního robota. Vybral jsem robota od výrobce ABB, typ IRB 660. Jedná se o univerzálního paletizačního robota s vysokou rychlostí pohybu a velkou opakovatelností pohybu. Dosah robota činí 3,15 m, nosnost m je až 250 kg. Na konci ramena robota je kruhová příruba (obr. 28) s 11 předvrtanými závitovými děrami rozmístěných po 30°. [12, 13]



Obrázek 288 - Robot ABB - IRB660^{12,13}

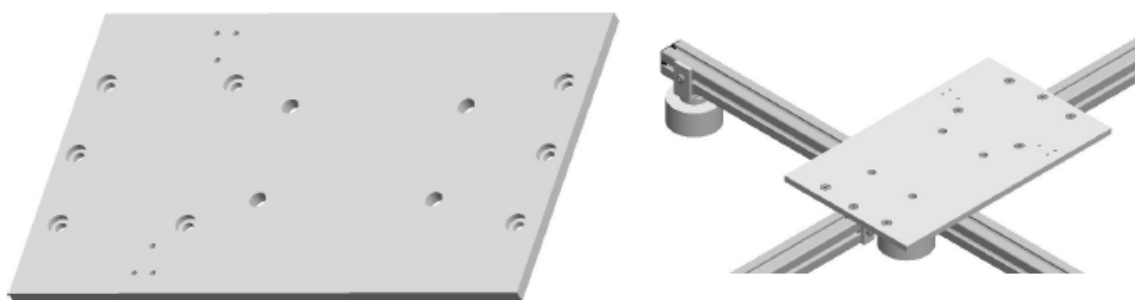
Jeden metr profilu má hmotnost $m_p = 1,36 \text{ kg}$, hmotnost připojovací desky činí $m_d = 2,6 \text{ kg}$, hmotnost úchopné hlavičky je $m_h = 0,6 \text{ kg}$ a celková hmotnost spojovacích prvků je $m_{sp} = 3,3 \text{ kg}$ (viz. přílohy A-E). Celková hmotnost manipulačního rámu i s hlavicemi tedy je:

$$m_c = 5 \cdot 1,36 + 5 + 7 \cdot 0,6 + 3,3$$

$$m_c = 16,9 \text{ kg}$$

Po připočtení hmotnosti koberce (max. 4 kg) se dostávám na celkovou hmotnost, kterou robot ponese, tedy $m = 20,9 \text{ kg}$. Robot je dimenzovaný na nosnost $m = 250 \text{ kg}$, proto nemusí být rám připojen na robota pomocí všech jedenácti děr, ale postačí čtyři.

Deska má obdélníkový tvar o rozměrech 400x240 mm. Na rám je deska připevněna pomocí šesti ocelových el – profilů a dvou šroubů, které jsou vedeny přímo skrz desku do hliníkového profilu. El – profily jsou k rámu přišroubovány pomocí spojovacích prvků ze stavebnicového systému, k desce jsou ocelové profily připevněny pomocí sestavy šroubu M8x12, matice M8 a podložky. Kompletní manipulační rám tedy tvoří čtyři hliníkové profily, sedm hlavic s rameny, připojovací deska s el – profily, záslepky a spojovací prvky. Kompletní výkresová dokumentace je obsažena v příloze.



Obrázek 29 - Připojovací deska



Obrázek 30 - Návrh manipulačního rámu

8 Návrh pneumatického obvodu

K uchopení koberců slouží sedm úchopných hlavíc rozdělených do dvou větví pneumatického obvodu, proto je potřeba 2 dvoupolohové trojcestné rozváděče pro řízení směru proudu vzduchu a ručně ovládaný 3/2 ventil pro zavzdušnění systému a odvzdušnění zbytkového tlaku. Dalším potřebným prvkem je jednotka pro úpravu stlačeného vzduchu. Neméně důležitými prvky jsou šroubení, rozbočky a hadice.

8.1 Volba rozváděče

K ovládání úchopných hlavíc postačí dva rozváděče se zavřenou normální polohou. Kvůli nebezpečí poruchy je třeba proud vzduchu rozdělit do dvou větví. Hlavice 1, 2 a 3 jsou napájeny pomocí rozváděče 1V1, hlavice 4, 5, 6 a 7 jsou napájeny pomocí rozváděče 2V1. Zvolil jsem rozváděč od společnosti Schmalz, typ *EMVP 5 24V – DC 3/2 NC*. Jedná se o monostabilní rozváděč se zavřenou základní polohou a napájecím napětím $U = 24V$. Průtok rozváděčem činí $Q_N = 3 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Rozváděč je zleva ovládaný elektro-pneumaticky, v případě poruchy lze použít manuální tlačítko, návrat do základní polohy je zajištěn pružinou. ^[17]



Obrázek 31 – Rozváděč Schmalz EMVP 5 24V – DC 3/2 NC¹⁷

V rozváděči jsou tři otvory, 1 – přívod stlačeného vzduchu, 2 – výstup, 3 – odvzdušnění, v každém z těchto otvorů je 1/8" trubkový závit. Přívod 12 slouží k přivedení vzduchu pro ovládání rozváděče. Všechny hadice v pneumatickém obvodu mají průměr $d = 6 \text{ mm}$ a světlost 4 mm . U rozváděčů 1V1 a 2V1 musím do přívodu vzduchu a výstupu (1,2) zavést šroubení s odpovídajícím trubkovým závitem na jednom konci a na druhém konci s nástrčným šroubením o průměru hadice, tedy $d = 6 \text{ mm}$. Volím šroubení od výrobce Schmalz, typ STV – GE G1/8" – AG6. Odvzdušnění obvodu je poměrně hlasité, proto do odvzdušňovacích otvorů (3) zavedu tlumič hluku Schmalz, typ SD G1/8" – A6 14x40.

Do otvoru 12 je třeba přivést tlakový vzduch pro ovládání rozváděče, takže i zde je nutné vložit šroubení. V otvoru je metrický závit M5, takže volím šroubení Schmalz, typ STV-GE M5-AG6. Elektrický signál na ovládání hlavic přichází z centrální řídicí jednotky. [17, 18, 19]

8.2 Volba jednotky pro úpravu vzduchu

Těsně před vstupem stlačeného vzduchu do pneumatického obvodu je třeba vzduch zbavit případných nečistot. Vzduch obsahuje různé mechanické nečistoty a vlhkost v podobě vodních par. Úprava vzduchu se dá řešit pomocí několika prvků řazených samostatně, nebo jsou k dispozici tzv. jednotky pro úpravu stlačeného vzduchu. Tyto jednotky jsou složeny z několika prvků složených v bloku. Standardní jednotky jsou složeny z filtru, regulátoru tlaku a rozprašovacích maznic. Do těchto bloků se dají připojit další prvky jako senzory tlaku, mikrofiltry atd...Jednotka pro úpravu vzduchu by měla být umístěna co nejbližší k pneumatickému obvodu. [2]

Já volím filtr/regulátor tlaku od společnosti SMC, typ AW20-B. Maximální přípustný tlak je $1,5 \text{ MPa}$, regulátor reguluje tlak v rozmezí $0,05 - 0,85 \text{ MPa}$. Filtrační schopnost filtr/regulátoru je $5 \mu\text{m}$. Jelikož rozváděče 1V1 a 2V1 nemají téměř žádné požadavky na filtraci vzduchu (dle normy ISO 8573-1:2010 třída 7 4 -) a rozváděč 0V1 nemá definované požadavky na filtraci, je mnou zvolený filtr/regulátor zcela dostačující. Za filtr/regulátor tlaku vložím 3/2 rozváděč pro odvzdušnění zbytkového tlaku od společnosti SMC, typ VHS20. Rozváděč je k filtr/regulátoru připojen pomocí mezikusu Y200. Do výstupu (2) je zavedeno šroubení Schmalz STV-GE $G1/8'' - AG6$. Do odvzdušňovacího otvoru (3) vložím tlumič hluku Schmalz SD $G1/8'' - A6 14x40$. [18, 19, 27, 28]



Obrázek 32 - Odvzdušňovací ventil VHS20 a filtr/regulátor AW20-B^{27, 28}

8.3 Volba rozváděcích prvků

Jelikož je třeba rozvést stlačený vzduch k sedmi úchopným hlavicím, musím do obvodu umístit několik rozdvojek. Jedná se o rozdvojky Schmalz SVB – T 6 s nástrčným

šroubením. První rozdvojka rozvádí vzduch k rozváděčům 1V1 a 2V1. Další dvě rozdvojky rozvádí vzduch mezi řízení rozváděčů 1V1, 2V1 a přívody vzduchu. Rozváděč 1V1 napájí hlavice 1A, 2A a 3A. V této větvi pneumatického obvodu jsou umístěny dvě rozdvojky. Rozváděč 2V1 napájí hlavice 4A, 5A, 6A a 7A, takže zde musí být umístěny tři rozdvojky. Celkový počet rozdvojek je tedy osm. ^[18]

Pro rozvod stlačeného vzduchu volím polyetylenovou hadici o vnějším průměru $d = 6 \text{ mm}$ a světlosti 4 mm . Opět volím výrobek společnosti Schmalz VSL 6-4 PE. ^[18]

Posledním prvkem, který je třeba zvolit je šroubení do úchopných hlavic. Přívod vzduchu v úchopných hlavicích Schmalz SNG-RV je opatřen metrickým závitem M5, proto je nutné zvolit šroubení s metrickým závitem. Volím šroubení Schmalz STV-GE M5 – AG6. Jedná se o stejné šroubení jako pro přívod signálu pro rozváděče 1V1 a 2V1. ^[18]

8.4 Rozmístění a vedení prvků a hadic

Celý pneumatický obvod je napájen z centrálního systému haly. Filtř/regulátor tlaku a rozváděč 0V1 je umístěn mimo manipulační rám. Hadice z rozváděče 0V1 do rozváděčů 1V1 a 2V1 je vedena po robotickém rameni. Rozváděče 1V1 a 2V1 jsou přišroubovány na připojovací desce do předvrtaných děr (příloha C). Hadice jsou taženy po manipulačním rámu a na vhodných místech jsou vloženy rozdvojky. Hadice jsou k manipulačnímu rámu připevněny pomocí držáku hadic SMC TM. Držák je do hliníkového rámu přišroubován pomocí samořezných šroubů. Držáky jsou umístěny na dvoumetrovém profilu za manipulační deskou zhruba 300 mm od konce z obou stran. Na metrových profilech nejsou držáky potřeba, popřípadě pouze na středovém profilu za připojovací desku. Výkres sestavy spolu s výkresy součástí a schématem obvodu jsou přiloženy v příloze. ^[33]

Závěr

Bakalářská práce se zabývá návrhem manipulátoru s průmyslovými koberci. První část práce je věnována řešerši různých druhů úchopných hlavic. Jsou zde uvedeny standardní druhy úchopných hlavic, ale i speciální úchopné hlavice, které se používají ke konkrétním účelům. V práci je uvedeno více možností výpočtu úchopných hlavic. Většina dodavatelů má speciální software, kde se zadají vstupní parametry a software vyhodnotí vhodné úchopné hlavice.

Další část práce je zaměřena na hlavice vhodné k uchopení textilií. Tyto hlavice nedodávají všichni výrobci zabývající se pneumatickými prvky, proto jsem zde zmínil několik možností, jak uchopit textilie pomocí standardních úchopných hlavic nebo pomocí pneumatických prvků, které jsou běžným sortimentem výrobců. Uvedl jsem schéma možného rozmístění úchopných hlavic na koberci, toto schéma je pouze orientační a rozmístění hlavic je možné upravit po praktické zkoušce.

Následuje část práce, která je zaměřena na tvar a materiál manipulačního rámu. Díky využití hliníkových profilů a hliníkových dílů je rám poměrně lehký. Jelikož jsem použil stavebnicový systém, manipulace a nastavení rámu je rychlé a jednoduché. Na rám je přišroubována přípojovací deska, která je navržena na konkrétního robota od společnosti ABB. V této části práce jsem využíval software PTC Creo se školní licenci, díky kterému jsem navrhl způsob připojení hlavic a přípojovací desky na rám.

V poslední části práce jsem navrhl pneumatický obvod a prvky pneumatického obvodu. Vycházel jsem ze zvolených úchopných hlavic a z nápadu rozdělit je do dvou větví obvodu. Pneumatický obvod pro ovládání hlavic je jednoduchý, postačí filtr/regulátor s rozváděčem na zavzdušnění systému a odvzdušněním zbytkového tlaku a dva 3/2 rozváděče. Do všech prvků pneumatického obvodu je třeba zvolit vhodné šroubení a rozváděcí prvky.

Závěrem lze konstatovat, že všechny úkoly bakalářské práce byly splněny.

Seznam použité literatury

- [1] BEATER, Peter. *Pneumatic drives: system design, modelling and control*. Berlin: Springer, 2007. 323 p. ISBN 978-3-540-69470-0
- [2] KOLEKTIV AUTORŮ. *SMC Training – Stlačený vzduch a jeho využití*. Brno: SMC Industrial Automation CZ s.r.o. 2. vydání. 344 s.
- [3] KOPÁČEK, J. *Pneumatické mechanismy díl 1. – Pneumatické prvky a systémy*. Ostrava: VŠB-TUO, 1996. 267 s. ISBN 80-7078306-0
- [4] MURRENHOFF, H., REINERTZ, O. *Fundamentals of fluid power: Part 2, Pneumatics*. Aachen: Shaker Verlag, 2014. 333 p. ISBN 978-3-8440-3213-0

Internetové zdroje

- [5] Aluteckk.cz, Katalog prvků stavebnicového systému. [online]. [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: <http://katalogaluteckk.aspone.cz/>
- [6] Eoat.net [online]. [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <http://eoat.net/wp-content/uploads/2014/11/NGR-X-16-10-Example.jpg>
- [7] Festo.com, Mechanická chapadla. [online]. [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: https://www.festo.com/cat/cs_cz/products_69071
- [8] Festo.com, Kyvná jednotka s chapadlem. [online]. [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: https://www.festo.com/cat/cs_cz/products_010807
- [9] Fipa.com, Needle grippers GR04.725. [online]. [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: http://www.fipa.com/en_GB/product/208291-needle-grippers
- [10] Hennlich.cz, Pryžové úchopné hlavice. [online]. [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <https://www.hennlich.cz/produkty/rychlospojky-a-uchopovace-uchopovace-pryzove-2171.html>
- [11] Hennlich.cz, Jehlové úchopné hlavice. [online]. [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: https://www.hennlich.cz/fileadmin/user_upload/KATEGORIEN/Greifer/Dokumente_OPT/NY-1212.pdf
- [12] New.abb.com, Robot IRB 660. [online]. [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <http://new.abb.com/products/robotics/cs/prumyslove-roboty/irb-660>

- [13] New.abb.com, Robot IRB 660 – katalog. [online]. [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://search-ext.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3HAC023932-001&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>
- [14] schmalz.com, Úchopné hlavice SNG-V-HP. [online]. [cit. 2018-02-24]. Dostupné z: <https://www.schmalz.com/en/vacuum-technology-for-automation/vacuum-components/special-grippers/needle-grippers/needle-grippers-sng-v-hp>
- [15] schmalz.com, Úchopné hlavice SNG-R/RV [online]. [cit. 2018-02-24]. Dostupné z: <https://www.schmalz.com/en/vacuum-technology-for-automation/vacuum-components/special-grippers/needle-grippers/needle-grippers-sng-r-rv#product-media-modal>
- [16] schmalz.com, Jehlové hlavice – instrukce. [online]. [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: https://www.schmalz.com/media/asset/file/n/e/needle-gripper-10.01.29.00014-20-206_GB_pdf-standard.pdf
- [17] schmalz.com, Rozváděč EMVP. [online]. [cit. 2018-02-26]. Dostupné z: <https://www.schmalz.com/en/vacuum-technology-for-automation/vacuum-components/valve-technology/solenoid-valves/solenoid-valves-emvp/10.05.02.00162>
- [18] schmalz.com, Hadice VSL 6-4 PE. [online]. [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <https://www.schmalz.com/en/10.07.09.00014>
- [19] schmalz.com, Tlumič hluku. [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <https://www.schmalz.com/en/10.02.01.00540>
- [20] smc.cz, Hlavice MHK2. [online]. [cit. 2018-02-01]. Dostupné z: https://content2.smcetech.com/pdf/MHK2_EU.pdf
- [21] smc.cz, Hlavice MHF2. [online]. [cit. 2018-02-01]. Dostupné z: https://content2.smcetech.com/pdf/MHF2_EU.pdf
- [22] smc.cz, Hlavice MHY2. [online]. [cit. 2018-02-01]. Dostupné z: https://content2.smcetech.com/pdf/MHY2_EU.pdf
- [23] smc.cz, Paralelní hlavice. [online]. [cit. 2018-02-02]. Dostupné z: https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_descriptions.jsp?dc_product_id=17432

- [24] smc.cz, Katalog úchopných hlavíc. [online]. [cit. 2018-02-02]. Dostupné z:
https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_subclasses.jsp?dc_product_id=17408
- [25] smc.cz, Hlavice MHC. [online]. [cit. 2018-02-06]. Dostupné z:
https://content2.smcetech.com/pdf/MHC_EU.pdf
- [26] smc.cz, Výpočet úchopných hlavíc. [online]. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z:
<http://mssc.smcworld.com/agmss/input.aspx?ReSult=1>
- [27] smc.cz, Rozváděč VHS20. [online]. [cit. 2018-04-28]. Dostupné z:
https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_product_configurator.jsp?dc_product_id=128643&lang=cs&ctry=CZ
- [28] smc.cz, Filtr/regulátor AW20. [online]. [cit. 2018-04-28]. Dostupné z:
https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_product_configurator.jsp?dc_product_id=128977&lang=cs&ctry=CZ
- [29] smc.cz, Tříčelist'ové hlavice. [online]. [cit. 2018-02-02]. Dostupné z:
https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_descriptions.jsp?dc_product_id=17474
- [30] smc.cz, Hlavice MHZ. [online]. [cit. 2018-02-01]. Dostupné z:
https://content2.smcetech.com/pdf/MHZ_EU.pdf
- [31] smc.cz, Úhlové úchopné hlavice. [online]. [cit. 2018-02-06]. Dostupné z:
https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_descriptions.jsp?dc_product_id=17422
- [32] smc.cz, Magnetická úchopná hlavice. [online]. [cit. 2018-02-18]. Dostupné z:
https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_product_configurator.jsp?dc_product_id=138779
- [33] smc.cz, Držák na hadice. [online]. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z:
https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_product_configurator.jsp?dc_product_id=41717&lang=cs&ctry=CZ

Seznam příloh

Příloha A – výkres úchytu hlavice

Příloha B – výkres úchytu připojovací desky

Příloha C – výkres připojovací desky

Příloha D – výkres sestavy manipulačního rámu

Příloha E – kusovník sestavy

Příloha F – schéma pneumatického obvodu

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce Ing. Lukáši Dvořákovi, Ph.D. za vstřícný přístup a odborné rady.